

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000200940
 PUBLICATION DATE : 18-07-00

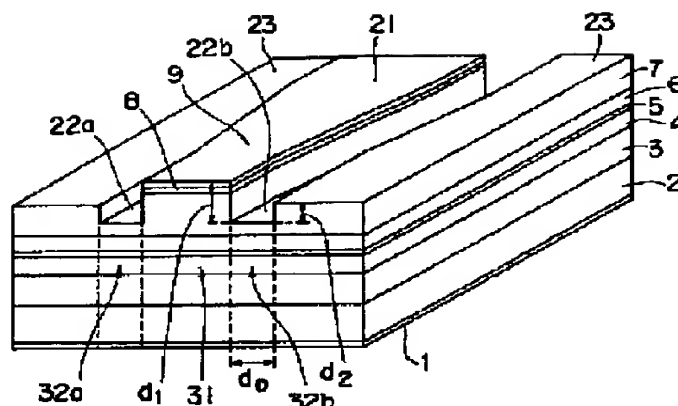
APPLICATION DATE : 05-01-99
 APPLICATION NUMBER : 11000362

APPLICANT : MITSUBISHI ELECTRIC CORP;

INVENTOR : SHIGIHARA KIMIO;

INT.CL. : H01S 5/065 H01S 5/22 H01S 5/323

TITLE : SEMICONDUCTOR LASER DIODE



ABSTRACT : **PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable making into singleness of transverse mode by providing a low refractive index region having a third refractive index, which is smaller than first and second refractive indexes in each space between an active region and a clad region, and setting a width of an active region and a width of a low refractive index region to form a cut-off region.

SOLUTION: In a wide portion in an active region 31, light is confined in the active region 31 not only in basic mode but also in higher order modes. Meanwhile, in a narrow portion of the active region 31, light expands also to an outside of the active region 31 and is influenced strongly by a clad region 23 positioned outside low refractive index regions 32a, 32b, and therefore although basic mode of laser beam propagates, higher order mode thereof cannot propagate. Oscillation of higher order mode can be restrained and oscillation at single mode is possible by setting a width of the active region 31 and a width of the low refractive index regions 31a, 31b to allow formation of a cut-off region, wherein higher order mode cannot propagate in a part of the active region 31.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(11)特許出願公開番号

特開2000-200940

(P2000-200940A)

(43)公開日 平成12年7月18日(2000.7.18)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テーマコート・(参考)

H O I S 5/065
5/22
5/323

H01S 3/18

634

5 F 0 7 3

662

673

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平11-362

(22) 出願日

平成11年1月5日(1999.1.5)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 嶋原 君男

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 葆 (外1名)

Fターム(参考) 5F073 AA13 AA45 AA89 BA02 CA07

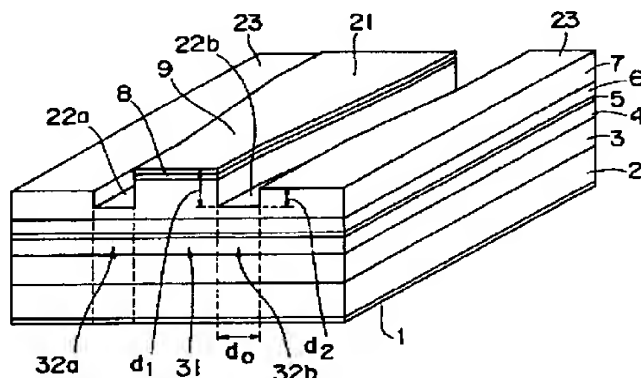
CBD2 DA05 DA21 EA24 EA29

(54) 【発明の名称】 半導体レーザダイオード

(57) 【要約】

【課題】 横モードの単一化が図れかつ高出力化が可能な半導体レーザダイオードを提供する。

【解決手段】 共振方向に長手方向が一致しかつレーザ光の基本モードに対する実効的な屈折率より大きい第1の屈折率を有する活性領域と、活性領域の両側に第2の屈折率を有するクラッド領域とを並置して形成することにより活性領域に光を閉じ込めるようにし、活性領域とクラッド領域の各間に第1と第2の屈折率より小さい第3の屈折率を有する低屈折率領域を設けかつ、活性領域の一部に半導体レーザダイオードが発振するレーザ光の基本モードを伝播させかつ高次モードの伝播を阻止するカットオフ領域が形成されるように、活性領域の幅と上記低屈折率領域の幅とを設定した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 共振方向に長手方向が一致しかつレーザ光の基本モードに対する実効的な屈折率より大きい第1の屈折率を有する活性領域と、上記活性領域の両側に第2の屈折率を有するクラッド領域とを並置して形成することにより上記活性領域に光を閉じ込めるようにした半導体レーザダイオードであって、

上記活性領域と上記クラッド領域の各間にさらに上記第1と第2の屈折率より小さい第3の屈折率を有する低屈折率領域を設けかつ、上記活性領域の一部に上記レーザ光の基本モードを伝播させかつ高次モードの伝播を阻止するカットオフ領域が形成されるように、上記活性領域の幅と上記低屈折率領域の幅とを設定したことを特徴とする半導体レーザダイオード。

【請求項2】 上記活性領域は、幅が徐々に減少するように形成されたテーパ部を有している請求項1記載の半導体レーザダイオード。

【請求項3】 半導体基板上に、下クラッド層と、上クラッドと、上記上クラッド層と上記下クラッド層との間に位置する活性層とを含む複数の半導体層が積層されており、該積層された半導体層においてそれぞれ上記上クラッド層の途中まで達しかつ一端から他端に至る2つの溝を形成することによりリッジ部を形成した半導体レーザダイオードであって、

上記リッジ部の一部又は全部を徐々に幅が狭くなるように形成し、上記リッジ部と上記溝とを形成することにより構成される活性領域の一部に、上記半導体レーザダイオードが発振するレーザ光の基本モードを伝播させかつ高次モードの伝播を阻止するカットオフ領域が形成されるように、上記リッジ部の形状と上記溝の形状とを設定したことを特徴とする半導体レーザダイオード。

【請求項4】 上記2つの溝の幅をそれぞれ、上記一端面から他端面に至るまで一定になるように形成した請求項3記載の半導体レーザダイオード。

【請求項5】 上記各溝の外側に位置するクラッド領域の上面と上記リッジ部の上面とが実質的に同一平面上に位置する請求項3又は4に記載の半導体レーザダイオード。

【請求項6】 上記リッジ部の上面が、上記各溝の外側に位置するクラッド領域の上面より高くなるように形成されている請求項3又は4に記載の半導体レーザダイオード。

【請求項7】 上記リッジ部は一端面の幅が他端面の幅より広くなるように形成され、上記一端面から光を出力するようにした請求項3～6のうちのいずれか1項に記載の半導体レーザダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主として情報処理あるいは光通信等の光源として用いられる半導体レーザ

ダイオードに関する。

【0002】

【従来の技術】情報処理又は光通信の光源として半導体レーザダイオードが使用されている。これらの用途に使用される半導体レーザダイオードでは、ビーム形状を安定させるために横モードを単一モード化しておく必要がある。横モードを単一化するためには、活性領域をその活性領域より屈折率の低い領域で挟んで活性領域の幅をある一定以下に制限する必要がある。この活性領域の幅を制限する具体的な構造としては、リッジ導波路を形成する構造が、比較的簡単で安価に製造することができることから、広く用いられている。この構造は、半導体レーザダイオードの共振方向に、所定の幅のリッジ部を形成することにより、リッジ部の両側に活性領域より屈折率の低い領域を形成することにより、活性領域の幅を制限して横モードを単一化するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のリッジ部を形成して活性領域の幅を制限する半導体レーザダイオードでは、横モードの単一化を図るために活性領域の幅を比較的狭くする必要があり、その結果、狭い活性領域に光のエネルギーを集中させることになるので、高出力化が困難であるという問題点があった。

【0004】そこで、本発明は、従来例の問題点を解決して、横モードの単一化が図れかつ高出力化が可能な半導体レーザダイオードを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】以上の目的を達成するために、本発明に係る第1の半導体レーザダイオードは、共振方向に長手方向が一致しかつレーザ光の基本モードに対する実効的な屈折率より大きい第1の屈折率を有する活性領域と、上記活性領域の両側に第2の屈折率を有するクラッド領域とを並置して形成することにより上記活性領域に光を閉じ込めるようにした半導体レーザダイオードであって、上記活性領域と上記クラッド領域の各間にさらに上記第1と第2の屈折率より小さい第3の屈折率を有する低屈折率領域を設けかつ、上記活性領域の一部に上記半導体レーザダイオードが発振するレーザ光の基本モードを伝播させかつ高次モードの伝播を阻止するカットオフ領域が形成されるように、上記活性領域の幅と上記低屈折率領域の幅とを設定したことを特徴とする。このようにすると、上記カットオフ領域において上記高次モードの伝播を阻止できるので、横モードを単一化することができる。尚、本明細書において、単に基本モード、1次モード、高次モードというときは、特にことわらない限り、横モードについて言うものとする。

【0006】また、本発明に係る第1の半導体レーザダイオードでは、上記活性領域は、幅が徐々に減少するように形成されたテーパ部を有していることが好ましい。

【0007】また、本発明に係る第2の半導体レーザダ

イオードは、半導体基板上に、下クラッド層と、上クラッドと、上記上クラッド層と上記下クラッド層との間に位置する活性層とを含む複数の半導体層が積層されてなり、該積層された半導体層においてそれぞれ上記上クラッド層の途中まで達しかつ一端から他端に至る2つの溝を形成することによりリッジ部を形成した半導体レーザダイオードであって、上記リッジ部の一部又は全部を徐々に幅が狭くなるように形成し、上記リッジ部と上記溝とを形成することにより構成される活性領域の一部に、上記半導体レーザダイオードが発振するレーザ光の基本モードを伝播させかつ高次モードの伝播を阻止するカットオフ領域が形成されるように、上記リッジ部の形状と上記溝の形状とを設定したことを特徴とする。このようにすると、上記カットオフ領域において上記高次モードの伝播を阻止できるので、横モードを単一化することができる。

【0008】また、本発明に係る第2の半導体レーザダイオードでは、上記2つの溝の幅をそれぞれ、上記一端から他端に至るまで一定になるように形成することが好ましい。これによって、リッジ部の形状の設計が容易となる。

【0009】また、本発明に係る第2の半導体レーザダイオードでは、上記各溝の外側に位置するクラッド領域の上面と上記リッジ部の上面とが実質的に同一平面上に位置するように構成することが好ましく、このようにすると、1度のエッチングで溝を形成することにより構成でき、製造工程を簡略化できる。

【0010】また、本発明に係る第2の半導体レーザダイオードでは、上記リッジ部の上面が、上記各溝の外側に位置するクラッド領域の上面より高くなるように形成してもよく、このようにすると、上記活性領域に効果的に光を閉じ込めることができる。

【0011】また、本発明に係る第2の半導体レーザダイオードでは、上記リッジ部は一端面の幅が他端面の幅より広くなるように形成され、上記一端面から光を出力するようにすると、高出力化に有利であり好ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係る実施の形態の半導体レーザダイオードについて説明する。本実施の形態の半導体レーザダイオードは、下面にn側電極が形成されたn型GaAs基板2上に、n型AlGaAsクラッド層3、アンドープAlGaAsガイド層4、アンドープInGaAs活性層5、アンドープAlGaAsガイド層6、p型AlGaAsクラッド層7及びp型GaAsコンタクト層8を含む半導体層が積層されたリッジ部21を備え、リッジ部21の上にp側電極9が形成されてなる。また、本実施の形態の半導体レーザダイオードは、リッジ部21及びリッジ部21の下に位置する半導体層によって構成される活性領域の横方向に光を閉じ込めるために、活性領域の両側に該活性

領域より屈折率の小さいクラッド領域23を有し、かつクラッド領域23と活性領域の間にそれぞれ、1対の溝22a、22bが形成されることにより構成された、クラッド領域23よりさらに屈折率の低い低屈折率領域32a、32bとを有する。

【0013】ここで、リッジ部21は、一方の端面104における幅Trが他方の端面105における幅Trに比較して大きくなるように、テーパ部21bを有し、少なくとも他方の端面105側の活性領域では高次モードの伝播を阻止するように形成したことを特徴とし、これによって高次モードのレーザ発振を抑圧でき、基本モードのみのレーザ発振を可能にしている。

【0014】すなわち、実施の形態の半導体レーザダイオードを作成する場合、まず、下面にn側電極が形成されたn型GaAs基板2上に、(1)n型AlGaAsクラッド層3を形成するための、例えば厚さが1~2μmのn型Al_{0.5}Ga_{0.5}As半導体層、(2)アンドープAlGaAsガイド層4を形成するための、例えば厚さが0.1~0.2μmのAl_{0.3}Ga_{0.7}As半導体層、(3)アンドープInGaAs活性層5を形成するための、例えば、厚さが0.01~0.02μmのIn_{0.2}Ga_{0.8}As半導体層、(4)アンドープAlGaAsガイド層6を形成するための、例えば厚さが0.1~0.2μmのAl_{0.3}Ga_{0.7}As半導体層、(5)p型AlGaAsクラッド層7を形成するための、例えば厚さが1~2μmのAl_{0.5}Ga_{0.5}As半導体層、(6)p型GaAsコンタクト層8を形成するための、例えば厚さが1μmのp型GaAs半導体層、を順次、有機金属気相成長(MOCVD)法を形成する。

【0015】次に、リッジ部21となる部分の両側の半導体層を、p型AlGaAsクラッド層7を形成するためのAl_{0.5}Ga_{0.5}As半導体層の途中(クラッド領域23の上面)まで1回目のエッチングを行う。その後、リッジ部21の両側に溝22a、22bを形成するために、p型AlGaAsクラッド層7を形成するためのAl_{0.5}Ga_{0.5}As半導体層の途中(溝22a、22bの底面)まで、2回目のエッチングを行う。尚、本エッチングは、通常リッジ部を形成するために用いられる方法を用いることができ、ウェット又はドライエッチングのいずれを用いてもよい。また、本実施の形態において、溝22a、22bの幅は、長手方向のいずれの部分でも同じ幅d0となるように形成される。

【0016】ここで、本実施の形態において、リッジ部21は前端面104側に位置する幅広部21aと後端面105側に位置する幅狭部21cと、幅広部21aと幅狭部21cとの間に位置するテーパ部21bとを有し、各部の幅は以下のように設定される。すなわち、本実施の形態では、幅狭部21cと該幅狭部21cの直下とによって構成される光導波路が、レーザ発振における基本モードのみを伝送させ1次モード以上の高次モードが伝

播できないように、幅狭部21cの幅は設定され、幅広部21aの幅は高出力化を図るために、比較的広い幅に設定される。例えば、発振波長が1 μ 程度の半導体レーザダイオードを構成する場合、前端部104における幅広部21aの幅Tfは、例えば7 μ 程度に設定し、後端面105の幅狭部21cの幅は、例えば3.5 μ 程度に設定すると、高次モードの発振を効果的に抑制し、かつ高出力化が図れる。

【0017】詳細に説明すると、実施の形態の半導体レーザダイオードでは、

リッジ部21における屈折率： n_a 、

クラッド領域23における屈折率： n_c 、

低屈折率領域32a、32bの屈折率： n_l 、

活性領域内における基本モードの伝播定数： β_0 、

活性領域内における1次モードの伝播定数： β_1 、

レーザ発振光の自由空間における波数： k_0

としたときに、幅狭部21cにおいて、 $n_c < \beta_0/k_0 < n_a$ 及び $n_l < \beta_1/k_0 < n_c$ を満足するように、幅狭部21cの幅Tr、溝22a、22bの各幅d0及び深さ(図1におけるd1及びd2)とを設定している。この様子を模式的に表すと図2(a)に示すようになる。

【0018】ここで、 β_0/k_0 は、基本モードに対する実効的な屈折率であり、 β_1/k_0 は、1次モードの実効的な屈折率である。尚、 $n_c < \beta_0/k_0 < n_a$ 及び $n_l < \beta_1/k_0 < n_c$ を満足する条件は、横モードの基本モードを伝播させ、横モードの1次以上の高次モードを伝播させないようにする条件である。すなわち、 $n_c < \beta_0/k_0 < n_a$ 及び $n_l < \beta_1/k_0 < n_c$ の双方を満足する領域は、横モードの基本モードを伝播させ、横モードの1次以上の高次モードを伝播させないカットオフ領域が満足すべき条件である。

【0019】以上のようにリッジ部21の幅をテーパ状に変化させると、すなわち、活性領域の幅をテーパ状に変化させると、図2に模式的に示すように、活性領域31において幅の広いところ(例えば、図中 z_0 で示す部分)では、基本モードBだけではなく高次モード(1次モードS1)も活性領域31に閉じ込められる。一方、活性領域31の幅の狭いところ($n_c < \beta_0/k_0 < n_a$ 及び $n_l < \beta_1/k_0 < n_c$ を満足する部分、例えば、図中 z_1 で示す部分)では、光は活性領域31の外にも広がり、低屈折率領域32a、32bの外側に位置するクラッド領域23の影響を強く受けるようになるので、基本モードBは伝播するが、1次モードS1及びそれ以上の高次モードは伝播できなくなる。このように、前端面104と後端面105との間を光が往復するレーザダイオードでは、活性領域の一部において、高次モード(1次モードを含む)が伝播することができないカットオフ領域を設けると、高次モードはレーザ発振条件を満足しなくなり、その結果、基本モードのみで発振させること

が可能となる。

【0020】以上のように構成された実施の形態の半導体レーザダイオードは、後端面105側に位置する活性領域31の幅を基本モードのみが伝播できる幅に設定しているので、高次モードの発振を抑圧でき、単一モードで発振させることができる。また、本実施の形態の半導体レーザダイオードは、活性領域31の後端面105側に位置する一部分だけを、狭い幅にして単一モードの発振を実現しているので、その一部分を除く他の部分の幅を比較的広くできるので、高出力化が可能である。

【0021】また、以上の実施の形態の半導体レーザダイオードでは、活性領域31において一部分が高次モードに対してカットオフ領域となるようにすればよいので、比較的設計が容易である。

【0022】以上の実施の形態の半導体レーザダイオードでは、リッジ部21において、幅広部21aとテーパ部21bと幅狭部21cとを設けたが、本発明はこれに限られるものではなく、少なくとも一部の活性領域が高次モードに対してカットオフ領域となるようにリッジ部を形成するようにすれば良い。しかしながら、本発明に係る構成では、安定した発振をさせるために本実施の形態のように一部にテーパ状の部分の設けるか、又はリッジ部全体をテーパ状にする等により、徐々に幅を変化させることが好ましい。

【0023】また、本実施の形態の半導体レーザダイオードでは、リッジ部21の上面が、各溝の外側に位置するクラッド領域の上面より高くなるように形成している。このようにすると、活性領域に効果的に光を閉じ込めることができるので、横方向により安定した振動をさせることができ、より安定した発振をさせることができる。以上の実施の形態の半導体レーザダイオードでは、低屈折率領域32a、32bの外側にクラッド領域23を形成するようにしたが、本発明はこれに限らず、1回のエッチングにより、溝22a、22bを形成することにより、リッジ部21の両側に低屈折率領域32a、32bのみを形成するようにしてもよい(すなわち、 $n_a = n_c$ とする)。この場合、後端面105の部分において屈折率 n_l が、1次モードの β_1/k_0 (1次モードに対する実効的な誘電率)より小さくなるように設定することはいうまでもない。このようにクラッド領域23を特に設けることなく構成すると、リッジ部21を形成するためのエッチング工程を一回にでき、製造工程を簡略化できる。尚、本実施の形態のように、リッジ部21の上面が、クラッド領域23の上面より高くなるように形成した場合は、活性領域に効果的に光を閉じ込めることができるので、横方向により安定した振動をさせることができ、より安定した発振をさせることができる。

【0024】また、本実施の形態の半導体レーザダイオードは、いわゆるGaAs系半導体レーザダイオードに限らず、InP系半導体レーザダイオード、AlGaI

nP系半導体レーザダイオード及びGaIn系半導体レーザダイオード等の他の半導体レーザダイオードでも同様に適用できる。

【0025】(参考例)以下、参考例としてテーパ導波路を示す。図3は、特開平1-183603で開示されたテーパ導波路の構成を模式的に示す平面図である。図3のテーパ導波路は、溝102の間に導波領域101が形成され、溝102の外側に、導波領域101より屈折率が低く溝102を形成することにより形成される低屈折率領域より屈折率の高いクラッド領域が形成されて構成されている。すなわち、テーパ導波路の断面における屈折率分布は図3の下図に示すようになる。尚、図3の下図において、 n_{101} は導波領域101の屈折率を示し、 n_{102} は溝102を形成することにより形成される低屈折率領域の屈折率を示し、 n_{103} はクラッド領域103の屈折率を示している。

【0026】ここで、図3のテーパ導波路において、導波領域101は、前端面104における幅 Tf が後端面105における幅 Tr に比較して大きくなるようにテーパ状に形成されている。また、溝102は、前端面104における幅 df が後端面105における幅 dr に比較して小さくなるようにテーパ状に形成されている。そして、図3のテーパ導波路では、導波領域101及び溝102の幅 df 、 dr 等を所定の値に設定することにより、図3のテーパ導波路では、導波路内のどの位置においても基本モードを伝播させかつ高次モードをカットするように構成されている。しかしながら、導波路内のいずれの位置においても、基本モードを伝播させかつ高次モードをカットするように各寸法を決定することは、テーパ導波路では、通常のスラブ導波路の考え方が使用できないので、設計には多くの労力を必要とし困難であった。

【0027】これに対して、本願発明の半導体レーザダイオードは、テーパ状のリッジ部21を備えるものであるが、この参考例とは異なり、導波路ではなく半導体レーザダイオードであるために、活性領域31の全ての位置で高次モードをカットする必要はなく、活性領域31の一部において高次モードをカットすることができればよい。従って、図3のテーパ導波路に比較すると本願の半導体レーザダイオードにおけるリッジ部21の形状の設計は比較的容易である。また、上述したように、本発明の半導体レーザダイオードでは、溝22a、22bを一定の幅にすることも可能であり、溝の幅を一定にするとリッジ部21の設計はさらに容易となる。

【0028】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る第1の半導体レーザダイオードは、上記活性領域と、上記活性領域の両側に上記クラッド領域とを並置して形成することにより上記活性領域に光を閉じ込め、上記活性領域と上記クラッド領域の各間にさらに上記第1と第

2の屈折率より小さい第3の屈折率を有する低屈折率領域を設けかつ、上記カットオフ領域が形成されるように、上記活性領域の幅と上記低屈折率領域の幅とを設定しているもので、上記カットオフ領域において上記高次モードの伝播を阻止でき横モードを単一化することができる。また、上記カットオフ領域以外の領域を比較的広くすることができるので、高出力化が可能となる。従って、本発明の第1の半導体レーザダイオードによれば、横モードの単一化が図れかつ高出力化が可能な半導体レーザダイオードを提供することができる。

【0029】また、本発明に係る第1の半導体レーザダイオードでは、上記活性領域に幅が徐々に減少するように形成されたテーパ部を形成することにより、安定したレーザ発振をさせることができる。

【0030】また、本発明に係る第2の半導体レーザダイオードは、上記積層された半導体層において上記2つの溝を形成することにより上記リッジ部を形成し、そのリッジ部の一部又は全部を徐々に幅が狭くなるように形成し、上記リッジ部と上記溝とを形成したことにより構成される活性領域の一部に、上記カットオフ領域が形成されるように、上記リッジ部の形状と上記溝の形状とを設定したので、上記カットオフ領域において上記高次モードの伝播を阻止でき、横モードを単一化することができる。また、上記カットオフ領域以外の領域を比較的広くすることができるので、高出力化が可能となる。従って、本発明の第2の半導体レーザダイオードによれば、横モードの単一化が図れかつ高出力化が可能な半導体レーザダイオードを提供することができる。

【0031】また、本発明に係る第2の半導体レーザダイオードでは、上記2つの溝の幅をそれぞれ、上記一端から他端に至るまで一定になるように形成することにより、リッジ部の形状の設計が容易となるので、設計コストを低減できる。

【0032】また、本発明に係る第2の半導体レーザダイオードでは、上記各溝の外側に位置するクラッド領域の上面と上記リッジ部の上面とが実質的に同一平面上に位置するように構成することにより、1度のエッチングで溝を形成することにより構成できるので、製造工程を簡略化でき、製造コストを低減できる。

【0033】また、本発明に係る第2の半導体レーザダイオードでは、上記リッジ部の上面が、上記各溝の外側に位置するクラッド領域の上面より高くなるように形成することにより、上記活性領域に効果的に光を閉じ込めることができるので、横方向により安定した振動をさせることができ、より安定した発振をさせることができる。

【0034】また、本発明に係る第2の半導体レーザダイオードでは、上記リッジ部は一端面の幅が他端面の幅より広くなるように形成し、上記一端面から光を出力することにより、出射端面における破壊を効果的に防止で

き高出力化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る実施の形態の半導体レーザダイオードの構成を示す斜視図である。

【図2】 (a)は、実施の形態の半導体レーザダイオードの平面図であり、(b)は、実施の形態の半導体レーザダイオードの幅狭部における縦断面の屈折率分布を示す図であり、(c)は、実施の形態の半導体レーザダイオードの幅広部における縦断面の屈折率分布を示す図である。

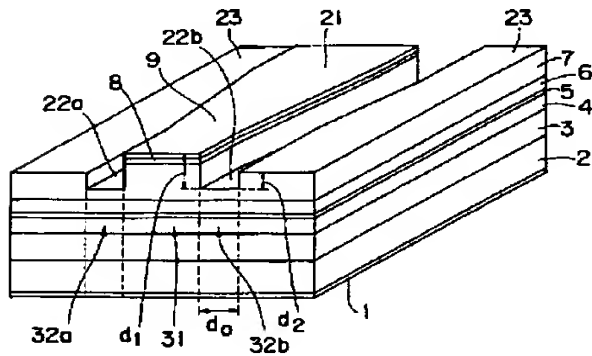
【図3】 (a)は、参考例として示すテーパ導波路の

平面図であり、(b)は、該テーパ導波路の幅の狭い部分の縦断面における屈折率分布を示す図である。

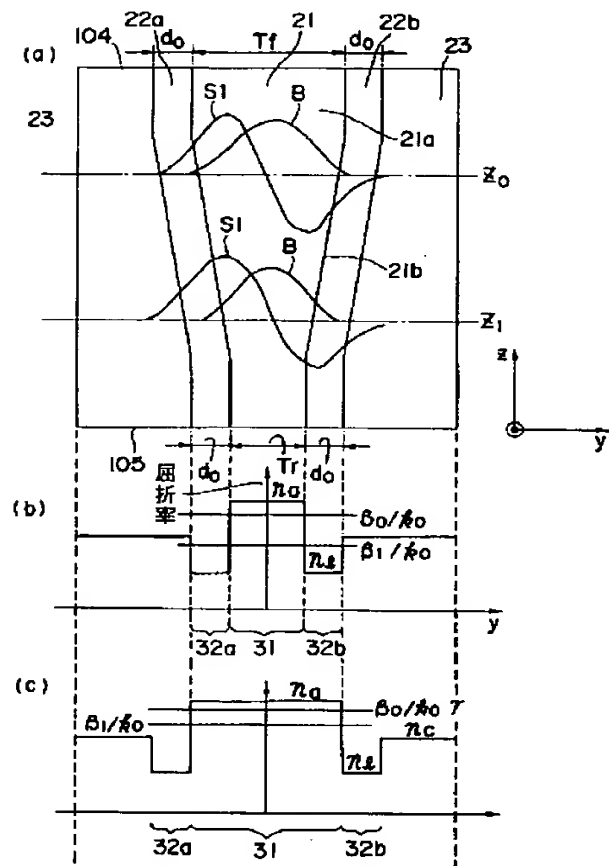
【符号の説明】

1 n側電極、2 n型GaAs基板、3 n型AlGaAsクラッド層、4 アンダーブAlGaAsガイド層、5 アンダーブInGaAs活性層、6 アンダーブAlGaAsガイド層、7 p型AlGaAsクラッド層、8 p型GaAsコンタクト層、21 リッジ部、21a 幅広部、21b テーパ部、21c 幅狭部、22a、22b 溝、23 クラッド領域、31 活性領域、32a、32b 低屈折率領域。

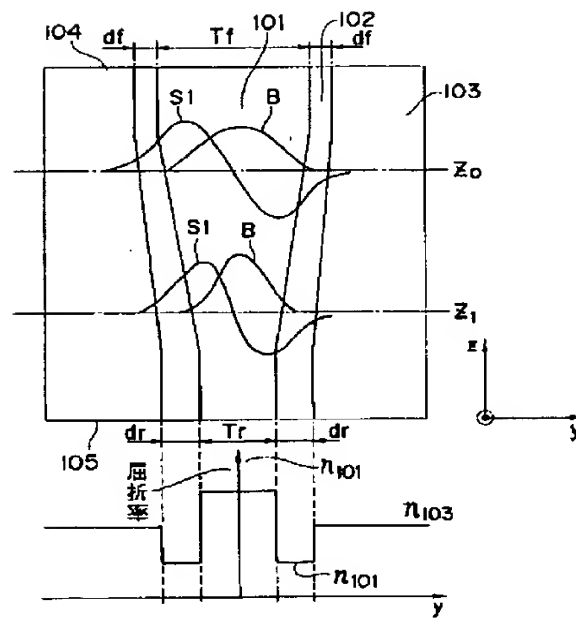
【図1】



【図2】



【図3】



THIS PAGE BLANK (USPTO)